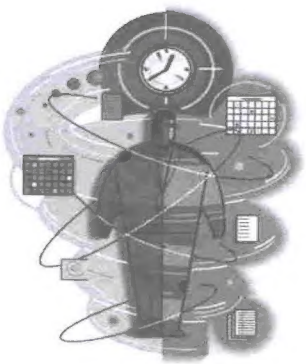
■ ยืน ภู่วรวรรณ

การออกแบบอินเทอร์เน็ตในยุคแรกเน้นการรับส่งข้อมูลระหว่างกันเป็นหลัก โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพการให้บริการบางประการ โดยเฉพาะการกำหนดให้ไอพีแพ็กเกตมีลักษณะเป็นดาต้าแกรม คือการจ่าหน้าแอดเดรสปลายทางให้กับแพ็กเกตแล้วส่งไปโดยไม่คำนึงว่าจะถึงปลายทางเมื่อไร การให้บริการในลักษณะนี้จึงเหมาะสมกับการบริการบางประเภท เช่น อีเมล์ ซึ่งจะถึงล่าช้าไปบ้างไม่เป็นไร แต่ในปัจจุบันการให้บริการบนอินเทอร์เน็ตมีหลายอย่างที่ต้องการคุณภาพ เช่น การส่งข้อมูลเสียง การใช้งานแบบ Voice over IP การใช้เป็น IP-TV การใช้งานเป็น IP-Phone การใช้งานมัลติมีเดียต่าง ๆ เช่น ระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ เป็นต้น งานเหล่านี้ต้องได้คุณภาพจึงจะใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์



QOS

การจัดการคุณภาพบริการในอินเทอร์เน็ต

มาตรฐานที่ใช้ในการวัดการรับส่งข้อมูลที่มีคุณภาพบนอินเทอร์เน็ต

การกำหนดคำว่า QoS - Quality of Service จึงเป็นคำที่มีการกล่าวถึงกันมากในยุคนี้ เป็นมาตราที่ใช้ในการวัดการรับส่งข้อมูล การยอมรับในเรื่องคุณภาพซึ่งเป็นระดับที่บางครั้งก็ยากแก่การกำหนดว่า มาตรฐานคุณภาพบนอินเทอร์เน็ตเป็นอย่างไร แต่หากพิจารณา QoS ในเชิงเทคนิคพอจะนิยามได้ด้วยพารามิเตอร์หลาย ๆ ตัวดังนี้

การมีให้ใช้งานได้ (Availability)

ในทางอุดมคติต้องได้ 100 เปอร์เซ็นต์ของเวลาการใช้งาน หรือกล่าวได้ว่าเวลาของดาวน์ไทม์ (Downtime) มีค่าเป็นศูนย์ แต่แน่นอนที่สุดว่าไม่มีเครือข่ายใดจะให้บริการได้ 100 เปอร์เซ็นต์ หากกำหนดค่าการมีให้ใช้งานได้เป็น 99.9999 เปอร์เซ็นต์ ก็แปลความได้ว่าในหนึ่งเดือนจะต้องมีเวลาดาวน์ไทม์หรือเครือข่ายขัดข้องได้ไม่เกิน 2.6 วินาที

ช่องสัญญาณที่ส่งได้ (Throughput)

คำนี้มีความหมายถึงการรับส่งข้อมูลจากปลายหนึ่งไปยังอีกปลายหนึ่งได้ด้วยอัตราเท่าไรในจำนวนบิตต่อวินาที คำนี้มิได้หมายถึงค่าสูงสุดของช่องสัญญาณที่จะรับส่งได้ ทั้งนี้เพราะช่องสัญญาณที่ใช้รับส่งได้มีแพ็กเกตและข้อมูลของผู้อื่นรวมอยู่ด้วย ช่องสัญญาณของผู้ส่งต่อกับผู้รับมีลักษณะการส่งร่วมกับผู้อื่น ค่า Throughput นี้อาจใช้ค่าที่ ISP รับประกันช่องสัญญาณน้อยที่สุดที่จะต้องทำได้หรือที่เรียกว่า minimum throughput quarantee เช่น เราเช่าสายวงจรเช่าขนาด 64 กิโลบิตต่อวินาที แต่มีการรับประกันว่าเราจะใช้ได้ไม่ต่ำกว่า 32 กิโลบิตต่อวินาที ค่า 32 จึงเป็นค่า Throughput แต่เมื่อใช้กับงานบริการเฉพาะบางอย่างจำเป็นต้องมีการประกันช่องสัญญาณ เช่น การส่งสัญญาณเสียง สัญญาณวิดีโอ เป็นต้น

การหายของแพ็กเกต (Packet loss)

เมื่อพิจารณาที่สวิตช์หรือเราเตอร์ที่ต้องรับแพ็กเกตไว้เป็นจำนวนมาก แต่ไม่สามารถให้บริการได้ทันจำเป็นต้องนำแพ็กเกตบางส่วนทิ้งไป แพ็กเกตที่หายไปโดยไม่สามารถส่งจากผู้ส่งไปยังผู้รับได้ เรียกว่า ค่าการหายของแพ็กเกต เมื่อแพ็กเกตหายไปก็ต้องส่งใหม่ซึ่งจะทำให้ปริมาณของข้อมูลยิ่งเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มมากขึ้นก็มีโอกาสที่จะสูญหายมากขึ้นด้วยเช่นกัน

เวลาลาเทนซี่ (Latency)

ค่าเวลาลาเทนซี่เป็นตัวเวลาที่เกิดจากการเดินทางของแพ็กเกตข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง เช่น ข้อมูลอินเทอร์เน็ตเดินทางจากต้นทางไปยังสถานีเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ห่างออกไป 5,000 กิโลเมตร ต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 150 มิลิวินาที ค่า 150 มิลิวินาทีที่วัดได้เป็นค่าลาเทนซี่ ค่าลาเทนซี่จะขึ้นกับวิธีการและเทคโนโลยีรวมถึงสูญเสียเวลาจากการหน่วงในอุปกรณ์เราเตอร์และสวิตชิงด้วย เช่น สัญญาณเดินทางผ่านดาวเทียม ซึ่งต้องเสียเวลาเพิ่มขึ้น เพราะดาวเทียมอยู่ห่างไกลต้องเสียเวลา

จากข้อมูลในตารางที่ 1 พอสรุปได้ว่าถ้ามีการรับส่งไฟล์ข้อมูลขนาดใหญ่หรือใหญ่มาก เราต้องการช่องสัญญาณที่ส่งได้สูง และงานบางอย่างเราต้องคำนึงถึงปัญหาเรื่องการสูญหายของแพ็กเกตด้วย

ปัญหาอยู่ที่การจัดลำดับ

การดำเนินการเกี่ยวกับ QoS ภายในเครือข่ายเป็นเรื่องที่มีการพัฒนาและหาหนทางที่จะให้ได้ผลดีที่สุด ดังนั้นผู้ผลิตเราเตอร์และอุปกรณ์สวิตชิง และนักวิชาการได้ร่วมกันสร้างเป็นคณะกรรมการเพื่อหามาตรฐานกลางและวิธีการในการจัดการกับ QoS โดยได้รวมกันเป็นกลุ่มที่เรียกว่า IETF-Internet Engineering Task Force คณะกรรมการนี้ได้จัดทำและสร้างข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดความสำคัญและดำเนินการเกี่ยวกับระบบการสวิตชิงและเราเตอร์บนเครือข่าย

รูปแบบของการจัดการ QoS ได้รับการกำหนดเป็นโปรโตคอลพิเศษให้ โปรโตคอลที่ IETF ได้ประชุมตกลงกันและดำเนินการกำหนดข้อแนะนำ ตลอดจนมาตรฐานที่ทำให้ใช้ร่วมกันมีโครงร่างดังรูปที่ 1

ชนิดของข้อมูล	ช่องสัญญาณที่ส่งได้	การสูญหายของแพ็กเกต	ลาเทนซี่ (การหน่วงเวลา)	จิตเตอร์
เสียง	ต่ำมาก	ปานกลาง	สูง	สูง
พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ
รายการย่อย (transaction)	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ
อีเมล์	ต่ำ	สูง	ต่ำ	ต่ำ
Telnet	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
การเรียกจากเบราเซอร์ทั่วไป	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ
การเรียกจากเบราเซอร์ใบงานสำคัญ	ปานกลาง	สูง	สูง	ต่ำ
การโอนย้ายไฟล์	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ
วิดีโอคอนเฟอเรนซ์	สูง	ปานกลาง	สูง	สูง
มัลติคาสต์	สูง	สูง	สูง	สูง

ตารางที่ 1 ข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตมีความไวต่อพารามิเตอร์ต่าง ๆ

เวลาจิตเตอร์ (Jitter)

อาจกล่าวได้ง่าย ๆ ว่าเป็นค่าการปรวนแปรของค่าเวลาลาเทนซี่ กล่าวคือ แพ็กเกตที่เคลื่อนที่จากต้นทางไปยังปลายทางหลาย ๆ แพ็กเกต ปรากฏว่าการไปถึงปลายทางใช้ระยะเวลาต่างกันทำให้ข้อมูลบางส่วนที่ไปก่อนอาจถึงทีหลัง หรือเวลามีเหลื่อมกัน ทำให้การตรวจสอบลำดับของแพ็กเกตในผู้รับต้องกระทำด้วย

ข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงมีลักษณะที่ต้องการในคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์แบบต่าง ๆ ที่ต้องคำนึงในเรื่อง QoS ด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ

รูปที่ 1 การจัดการโปรโตคอล QoS เพื่อให้บริการบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งแทรกเข้ามาระหว่างชั้นการประยุกต์กับ IP

ความสำคัญของ QoS อยู่ที่การจัดการและการหาประสิทธิภาพโดยรวมเพื่อให้รูปแบบการรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายได้ผลสมตามความมุ่งหมาย ประเด็นที่สำคัญจึงอยู่ที่การจัดลำดับหรือการจัดคิวเพื่อให้การทำ QoS ประสบผลสำเร็จได้ต้องพึ่งพากลไกการดำเนินการที่สำคัญ คือการกำหนดชนิดของการไหลของข้อมูลตามลำดับความสำคัญ และให้กลไกของเครือข่ายกระทำตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

ในบางเครือข่ายเช่น ATM มีการดำเนินการด้วยการกำหนดช่องสื่อสารเฉพาะสำหรับการประยุกต์บางอย่าง และสามารถกำหนดโดยการให้ช่องเสียบสื่อสารใช้งานได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด การทำในรูปแบบนี้ใช้ได้แต่มีข้อเสียคือใช้ช่องสัญญาณโดยรวมไม่เต็มประสิทธิภาพ

หากพิจารณาที่ระบบ TCP/IP พบว่า การออกแบบอินเทอร์เน็ตแบบ TCP/IP ยังไม่มีการจัดการในเรื่องการตรวจสอบการรับส่งในระดับ IP แต่จะให้ตรวจสอบในระดับ TCP แทน ภายใต้ TCP เน้นให้ส่งข้อมูลถึงปลายทางได้ครบถ้วนถูกต้อง ซึ่งหากมีแพ็กเกตสูญหายหรือผิดพลาด ปลายทางจะขอให้ส่งใหม่ จนกว่าจะได้ข้อมูลครบและถูกต้อง การประยุกต์บางชนิดเช่นระบบโทรศัพท์ ไม่สามารถใช้วิธีการนี้ได้ บางการประยุกต์ที่เป็นเวลาจริง ต้องการให้ข้อมูลส่งถึงปลายทางอย่างต่อเนื่อง และหากมีแพ็กเกตใดสูญหาย อาจยอมให้มีการทิ้งได้โดยไม่ต้องส่งใหม่

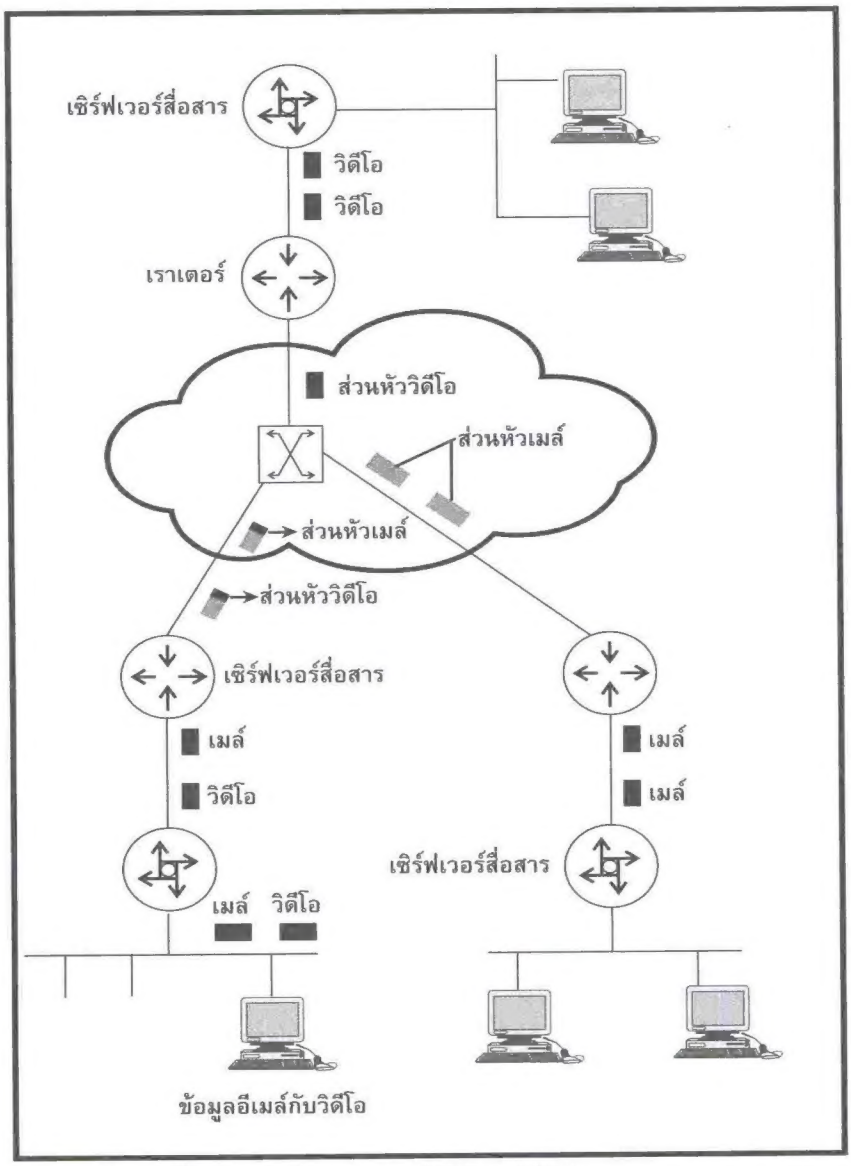
เมื่อเป็นเช่นนี้จึงมีการใช้งานโปรโตคอลในระดับสี่ คือ UDP แทน โดยผู้ใช้สามารถกำหนดเงื่อนไขและวิธีการบางอย่างในโปรโตคอล UDP ทำให้การส่งข้อมูล และการได้รับได้ผลตามที่ต้องการได้ดีกว่า TCP

IETF ยังได้วางโครงร่างของการสร้างระบบ QoS ไว้ โดยหาทางที่จะปรับปรุงระบบการรับส่งข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตเพื่อให้ได้ QoS ตามวัตถุประสงค์ โดยแบ่งแยกการบริการบนอินเทอร์เน็ตเป็นหลายประเภท และให้อุปกรณ์สวิตช์และเราเตอร์ มัลติเพล็กเซอร์ทำงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่วางไว้

การแบ่งแยกระบบ QoS ที่ใช้งานจึงแบ่งแยกออกเป็น IntServ : Integrated Service, DiffServ : Differentiated Service และ MPLS : Multiprotocol Lab Switching

IntServ เป็นขบวนการทำงานที่ได้รับการนำมาประยุกต์ใช้ตั้งแต่เริ่มต้น โดยการแบ่งการเชื่อมโยงหรือการไหลของข้อมูลเป็นลำดับชั้นและแบ่งแยกตามลำดับการให้บริการ มีการรับประกันช่องสื่อสารเพื่องานบางอย่าง ดังนั้นการรับประกันจึงต้องมีการกำหนดหรือแบ่งแยกช่องสื่อสารออกมา เมื่อมีการจัดลำดับ หรือแบ่งแยกชนิดของการประยุกต์ใช้ ทำให้การใช้งานในระบบนี้จำเป็นต้องมีการกันทรัพยากรบางอย่างออกมาโดยมีโปรโตคอล RSVP-Resource Reservation Protocol และหากการกันทรัพยากรทำไม่ได้ก็จะส่งกลับไปให้ต้นทางรับรู้ในสภาพ error ที่เกิดขึ้น การกันทรัพยากรจึงเป็นการแยกทรัพยากรที่จำกัดออกมาอีก ทำให้การใช้งานอินเทอร์เน็ตอาจไม่เต็มประสิทธิภาพ

อีกวิธีหนึ่งที่รู้จักกันดีคือ DiffServ คือการแบ่งแยกรูปแบบของข้อมูลออกจากกันให้เด่นชัด โดยการเพิ่มแท็ก (Tag) ในแต่ละแพ็กเกต เพื่อแบ่งแยกระดับการให้บริการ



รูปที่ 2 การใช้ MPLS ทำให้มีการสวิตช์ที่แบ็กโบนหลักได้เร็ว และแยกกลุ่ม เส้นทางตามที่ต้องการ

การใส่ Tag ลงไปเป็นวิธีการที่ทำให้เราเตอร์ตรวจสอบและแบ่งแยกการจัดคิวหรือการให้บริการ แต่การดำเนินการนี้จะกระทำได้เฉพาะส่วนของเราเตอร์ที่ edgs ไม่ใช่ที่ Core โดยเน้นให้เราเตอร์ที่ Core หรือแถบหลักของแบ็กโบน สวิตช์ข้อมูลให้เร็ว โดยสวิตช์หรือเราเตอร์ที่ edge จะเป็นตัวแบ่งแยกข้อมูลตามชนิดของการให้บริการ

MPLS

MPLS-Multiprotocol Label Switching เป็นโปรโตคอลใหม่ที่ IETF ได้กำหนดขึ้นมา โดยปกติการทำงานของสวิตช์เราเตอร์จะกระทำภายใต้ IP แพ็กเกต โดยมีส่วนหัวที่มีแอดเดรสและข้อมูลอยู่ การดำเนินการสวิตช์โดยใช้ข้อมูลส่วนหัวของ IP อาจล่าช้าเกินไป ทำให้ต้องเสียเวลาในการรับส่ง เพื่อให้การทำงานของสวิตช์และเราเตอร์เร็วขึ้น จึงนำเอา IP แพ็กเกต ใส่ลาเบล ซึ่งเป็นส่วนที่ปะหัวข้อมูลอีกครั้ง โดยเน้นให้การสวิตช์ข้อมูลไปในเส้นทางที่กำหนดได้เร็วกว่า

การดำเนินการในระบบ MPLS เน้นเรื่องประสิทธิภาพของระบบโดยรวม ดังนั้นที่เราเตอร์ที่ขอบติดกับตัวส่งข้อมูลจะทำการใส่ลาเบลส่วนหัวของแพ็กเกตข้อมูล โดยการกำหนดชนิดของข้อมูล ทิศทางแอดเดรสปลายทาง และลำดับความสำคัญของข้อมูลเอาไว้ ส่วนของลาเบลที่ปะไว้ในส่วนหัวมีขนาด 32 บิต เรียกว่า MPLS ลาเบล ส่วนของ MPLS นี้จะมีข้อมูลที่ทำให้อุปกรณ์เราเตอร์ สวิตช์ ตัดสินใจได้ว่าจะสวิตช์ข้อมูลแบบแพ็กเกตเดิมหรือแบบ MPLS เมื่อตรวจดูว่าเป็นแบบ MPLS ก็จะส่งต่อไปยังเส้นทางต่อไป โดยข้อมูลจะได้รับการส่งต่อจนถึงปลายทาง

ข้อเด่นของ MPLS คือ เราเตอร์ระหว่างทางไม่จำเป็นต้องนำข้อมูลของแพ็กเกต IP เดิม มาวิเคราะห์หรือตรวจสอบ จึงเป็นการประหยัดเวลาและสวิตช์ได้เร็วขึ้น และการตัดสินใจในระดับต่อ ๆ ไปก็จะดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ การจัดการข้อมูลแบบ MPLS เริ่มได้รับการพัฒนาและให้มีการดำเนินการได้ในระบบสวิตชิงและเราเตอร์รุ่นใหม่ ๆ

หนทางของการปรับปรุงระบบ QoS ยังต้องดำเนินการต่อไป โดยเฉพาะความต้องการประยุกต์ด้านต่าง ๆ ลงบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังมีอีกมาก